

**PERENCANAAN KONSTRUKSI BETON BERTULANG  
GEDUNG HOTEL 5 LANTAI DAN *ROOFTOP* DENGAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI  
SURAKARTA**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**RAHMAH NOVITA PUTRI**

**D 100 140 281**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI BETON BERTULANG GEDUNG  
HOTEL 5 LANTAI DAN *ROOFTOP* DENGAN SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI SURAKARTA**

### **PUBLIKASI ILMIAH**

diajukan oleh:

**RAHMAH NOVITA PUTRI**  
**NIM : D 100 140 281**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen  
Pembimbing

Tanggal :



**Yenny Nurchasanah, S.T., M.T.**  
**NIK: 921**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI BETON BERTULANG GEDUNG  
HOTEL 5 LANTAI DAN *ROOFTOP* DENGAN SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI SURAKARTA**



**Oleh :**

**RAHMAH NOVITA PUTRI**

**D 100 140 281**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Yenny Nurchasanah, S.T., M.T.<br>(Ketua Dewan Penguji)            | (  )  |
| 2. Ir. Ali Asroni, M.T.<br>(Anggota I Dewan Penguji)                 | (  ) |
| 3. Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.<br>(Anggota II Dewan Penguji) | (  ) |

**Dekan,**



**Ir. Sri Sumarjono, M.T., Ph.D., IPM**

**NIK. 682**

### **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

**Surakarta, 27 Agustus 2019**

Penulis



**RAHMAH NOVITA PUTRI**

**D 100 140 291**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI BETON BERTULANG GEDUNG  
HOTEL 5 LANTAI DAN ROOFTOP DENGAN SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI SURAKARTA**

**Abstrak**

Kota Surakarta merupakan salah satu kota yang berkembang pesat di Propinsi Jawa Tengah. Kebudayaan dan banyaknya tempat wisata di kota ini membuat daya tarik tersendiri bagi para wisatawan. Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan struktur gedung hotel 5 lantai dan *rooftop* dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) di Surakarta dan dihitung berdasarkan SNI terbaru. Alat / *Software* yang digunakan dalam perencanaan ini meliputi *SAP2000*, *AutoCad*, *Ms. Word office*. Ada 2 jenis perhitungan utama yaitu perhitungan struktur atas di antaranya perhitungan atap *gable frame*, portal, pelat, tangga dan struktur bawah di antaranya perhitungan pondasi tiang pancang dan *sloof*. Struktur gedung direncanakan tahan gempa menggunakan analisa gempa dinamis berdasarkan peta spektrum wilayah Solo yang didapat dari situs resmi pemerintah yaitu *puskim.go.id*. Perhitungan atap *gable frame* menggunakan profil IWF 150x150 mm untuk rafter dan profil *channel* 150x50 mm untuk gording. Hasil perhitungan portal didapatkan dimensi kolom 650x650 mm dan dimensi balok 350x700 mm untuk semua lantai. Dimensi daripada pondasi tiang pancang didapatkan ukuran 400x400 mm dan untuk *sloof* 300x500 mm.

**Kata Kunci :** *Atap Gable Frame*, Gempa Dinamis, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

**Abstract**

Surakarta City is one of the fastest growing cities in Central Java Province. Culture and the many tourist attractions in this city make it a special attraction for tourists. The purpose of this final project is the structure of a 5-story hotel building and rooftop with a special moment resisting frame (SMRF) in Surakarta and calculated based on the latest SNI. Tools / Software used in this plan include *SAP2000*, *AutoCad*, *Ms. Word office*. There are frame types of portals, portals, plates, stairs, and the lower structure of pile and *sloof* foundation calculations. An earthquake-resistant building structure uses dynamic earthquake analysis based on a regional map obtained from the government's official website, *puskim.go.id*. Calculating the *gable frame* roof using an IWF profile 150x150 mm for rafter and profile *channel* 150x50 mm for recording. The portal calculation results obtained 650x650 mm column dimensions and 350x700 mm beam dimensions for all floors. Dimensions of pile foundations are 400x400 mm in size and for 300 x 500 mm *sloof*.

**Keywords:** Dynamic Earthquake, *Gable Frame of Roof*, *Spesial Moment Resisting Frame*.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kota Surakarta merupakan salah satu kota yang berkembang pesat di Propinsi Jawa Tengah. Kebudayaan dan banyaknya tempat wisata di kota ini membuat daya tarik tersendiri bagi para wisatawan. Hal ini membuat banyaknya wisatawan yang datang ke kota ini. Dengan semakin banyaknya wisatawan yang berkunjung maka diperlukan insfrastruktur yang memadai seperti pembangunan hotel. Dengan demikian para pelaku bisnis memanfaatkan kondisi ini untuk membangun hotel yang nyaman dan mempunyai fasilitas pendukung bagi para wisatawan yang ingin berkunjung ke kota ini. Pembangunan hotel sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hunian bagi para wisatawan. Dalam perencanaannya perlu diperhatikan kenyamanan, keekonomisan, kekuatan, dan pengaruh terhadap lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu perencanaan harus direncanakan sebaik mungkin disesuaikan dengan lahan yang terbatas. Dari permasalahan di atas, maka akan dirancang sebuah struktur gedung hotel di Surakarta. Gedung hotel konstruksi beton bertulang ini direncanakan 5 lantai dan *rooftop* dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) di wilayah Surakarta. Dalam perhitungan struktur menggunakan aplikasi *SAP 2000*.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang, maka rumusan masalah yang dapat disimpulkan adalah

- 1). Bagaimana merencanakan konstruksi beton bertulang gedung hotel lantai 5 dan *rooftop* dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) di Surakarta yang efisien ?
- 2). Bagaimana menganalisis beban gempa yang terjadi pada gedung 5 lantai dan *rooftop* berdasarkan peta respons spektrum percepatan gempa di wilayah Surakarta ?

### **1.3. Tujuan Perencanaan**

Perencanaan konstruksi beton bertulang gedung hotel 5 lantai dan *rooftop* dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) bertujuan untuk mendapatkan

perencanaan struktur yang aman dan tahan gempa berdasarkan peta respons spektrum percepatan gempa di wilayah Surakarta.

#### **1.4. Manfaat Perencanaan**

Manfaat dari tugas akhir ini adalah dapat menambah pengetahuan tentang ilmu struktur terutama perencanaan dan desain gedung bertingkat dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus yang efisien dan tahan gempa. Selain itu juga, tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan gedung bertingkat di wilayah Surakarta.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan-batasan permasalahan pada ruang lingkup perencanaan konstruksi beton bertulang gedung hotel lantai 5 dan *rooftop* dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) di Surakarta adalah sebagai berikut :

- 1). Struktur gedung akan direncanakan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
- 2). Struktur perencanaan meliputi perhitungan beton bertulang (plat lantai, plat tangga, kolom, balok dan perhitungan pondasi) dan perencanaan *rooftop*.
- 3). Tinggi kolom adalah 4 m.
- 4). Ketebalan plat lantai direncanakan 120 mm dengan mutu baja  $f_y = 240$  MPa
- 5). Spesifikasi struktur beton
  - a). Mutu beton  $f'_c = 25$  MPa.
  - b). Mutu baja  $f_y = 390$  MPa.
  - c). Mutu baja  $f_{yt} = 240$  MPa.
- 6). Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.
- 7). Peraturan yang digunakan :
  - a). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).
  - b). Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
  - c). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).
  - d). Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Konstruksi (SNI 1729-2015).

## **2. METODE PERENCANAAN**

### **2.1 Data perencanaan**

Data yang digunakan untuk perencanaan gedung perkuliahan adalah sebagai berikut:

- 1). Struktur gedung hotel 5 lantai dan *rooftop* di wilayah Surakarta dengan system rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
- 2). Mutu beton  $f'_c = 25$  MPa, baja tulangan  $f_y = 290$  MPa dan  $f_{yt} = 240$  MPa.
- 3). Dimensi awal balok dan kolom sebagai berikut:
  - a). Dimensi balok 350/500 mm.
  - b). Dimensi balok anak 300/400 mm.
  - c). Dimensi kolom 600/600 mm.
- 5). Tebal pelat 12 cm
- 6). Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.

### **2.2 Alat bantu perencanaan**

Alat bantu yang digunakan dalam perencanaan tugas akhir ini berupa:

- 1). Program *SAP 2000 V. 14*
- 2). Program *AutoCad*
- 3). Program *Microsoft Office 2007*

### **2.3 Tahapan perencanaan**

Perencanaan gedung ini dilaksanakan dalam 6 tahap, yaitu sebagai berikut:

- 1). Tahap I : Pengumpulan data
- 2). Tahap II : Perencanaan atap, perencanaan pelat dan tangga
- 3). Tahap III : Perencanaan balok dan kolom
- 4). Tahap IV : Penulangan
- 5). Tahap V : Perencanaan fondasi
- 6). Tahap VI : Pembuatan gambar detail



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perencanaan Struktur Atap

Pada perencanaan ini digunakan struktur atap dari *gable frame*, yang diperhitungkan dapat menahan beban-beban, baik berupa beban mati maupun beban hidup.

##### 3.1.1. Perencanaan Gording

1). Data-data yang digunakan pada perencanaan gording digunakan data-data sebagai berikut:

- a). Jarak antar kuda-kuda ( $d_k$ ) = 4 m
- b). Jarak antar gording ( $d_g$ ) = 2,25 m
- c). Jarak antar sagrod ( $d_{sgrd}$ ) = 1 m
- d). Kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $6^\circ$
- e). Beban tekanan angin ( $W_{ang}$ ) =  $30 \text{ kg/m}^2$
- f). Beban penutup atap ( $W_{datp}$ ) =  $10 \text{ kg/m}^2$
- g). Beban terpusat (P) = 100 kg
- h). Mutu baja, Bj 41
  - Tegangan leleh ( $\sigma_1$ ) =  $2500 \text{ kg/m}^2 = 250 \text{ MPa}$
  - Tegangan dasar ( $\bar{\sigma}$ ) =  $4100 \text{ kg/m}^2 = 410 \text{ MPa}$

Dicoba digunakan baja profil kanal C<sub>150 x 50 x 20 x 2,3</sub>

2). Analisa pembebanan

Analisa pembebanan pada atap terdiri dari :

- a). Beban mati, terdiri atas beban sendiri gording dan beban penutup atap
- b). Beban hidup, terdiri atas beban air hujan, beban hidup terpusat dan beban angin

3). Kombinasi pembebanan

Dari hasil kombinasi diperoleh kombinasi terbesar yaitu :

$$\begin{aligned} M_{ux} &= 349,4809 \text{ kg.m} &= 3494809 \text{ N.mm} \\ M_{uy} &= 4,6214 \text{ kg.m} &= 46214,1 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

4). Kontrol kekuatan dan keamanan gording

a). Kontrol tegangan, syarat kontrol tegangan yaitu  $\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{0,5.M_{ny}} \leq 1,0$  (1)

diperoleh  $0,678198 \leq 1,0 \dots$  (Ok)

b). Kontrol lendutan, syarat kontrol lendutan yaitu  $\delta_y < d_{kk}/240$  (2)

Diperoleh  $5,374 \text{ mm} < 16,667 \text{ mm} \dots$  (Ok)

### 3.1.2. Pembebanan Gable Frame

1). Data perencanaan sama seperti data pembebanan pada gording

2). Analisa pembebanan pada atap terdiri dari :

a). Beban mati , terdiri dari beban penutup atap, beban gording, dan berat sendiri rafter.

b). Beban hidup, terdiri atas beban air hujan, beban hidup terpusat dan beban angin

3). Hitungan gaya dalam sap

Validasi dilakukan terhadap beban mati

$$\begin{aligned}\sum \text{Beban mati} &= 2.P_{\text{tepi}} + 4.P_{\text{tengah}} + 1.P_{\text{atas}} \\ &= 2.1008,924 + 4.1799,608 + 1.2017,848 \\ &= 11234,12 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Hasil SAP} &= P_{\text{ujungA}} + P_{\text{ujungE}} \\ &= 5617,1 + 5617,17 = 11234,12 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{Error} = ((11234,12 - 11234,12) / 11234,12) \cdot 100\% = 0,000 \%$$

Syarat :  $\text{Error} < 5\% \dots$  (Ok)

Validasi dilakukan terhadap beban hidup

$$\begin{aligned}\sum \text{Beban hidup} &= 2.P_{\text{tepi}} + 4.P_{\text{tengah}} + 1.P_{\text{atas}} \\ &= 2.1584 + 4. 1440 + 1440 \\ &= 10368 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Hasil SAP} &= P_{\text{ujungA}} + P_{\text{ujungE}} \\ &= 5184 + 5184 \\ &= 10368 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{Error} = ((10368 - 10368) / 10368) \cdot 100\% = 0,000\%$$

Syarat :  $\text{Error} < 5\% \dots$  (Ok)

### 3.1.3. Perencanaan Batang *Rafter*

Perencanaan batang *rafter* terbagi menjadi :

- 1). Batang *rafter* sebagai batang tekan
- 2). Batang *rafter* sebagai balok :
  - a). Kontrol kelangsingan plat sayap dan badan
  - b). Hitung  $M_n$  berdasarkan tekuk lokal
  - c). Hitung  $M_n$  berdasarkan tekuk torsi lateral / tekuk global
  - d). Kontrol kecukupan dimensi profil *rafter*

$$\text{Syarat, } \frac{N_u}{N_{n2}} + \frac{8}{9} \cdot \frac{M_{up}}{M_n} \leq 1,0 \quad (3)$$

Diperoleh  $0,322 \leq 1 \dots (\text{Ok})$

### 3.1.4. Perencanaan Kolom

Perencanaan kolom terbagi menjadi :

- 1). Batang kolom sebagai batang tekan
- 2). Batang kolom sebagai balok :
  - a). Kontrol kelangsingan plat sayap dan badan
  - b). Hitung  $M_n$  berdasarkan tekuk lokal
  - c). Hitung  $M_n$  berdasarkan tekuk torsi lateral / tekuk global
  - d). Perhitungan pembesaran momen
  - e). Kontrol kecukupan dimensi profil *rafter*

$$\text{Syarat, } \frac{N_u}{N_{n2}} + \frac{8}{9} \cdot \frac{M_{up}}{M_n} \leq 1,0 \quad (4)$$

Diperoleh  $0,209 \leq 1 \dots (\text{Ok})$

### 3.1.5. Perencanaan Sambungan Buhul

Perencanaan sambungan buhul terdiri dari :

- 1). Sambungan buhul C

Direncanakan menggunakan 6 baut, terdiri dari 2 baris, per baris digunakan 3 baut. Kemudian dihitung reaksi pada baut dan periksa keamanannya dengan syarat sebagai berikut :

$$\text{a). } R_y \leq 0,75 \cdot r_1 \cdot f_u^{\text{baut}} A_b \quad (5)$$

Diperoleh  $116,90 \text{ N} \leq 4347,18 \text{ N} \dots(\text{Ok})$

$$b). f_t \leq f_l - r_2.(R_y/A_b) \quad (6)$$

Diperoleh  $3371,54 < 8527,77 \dots(\text{Ok})$

## 2). Sambungan buhul B dan D

Cara perhitungan sambungan buhul B dan D sama dengan perhitungan sambungan buhul C dengan syarat sebagai berikut :

$$a). R_y \leq 0,75. r_1.f_u^{\text{baut}} A_b \quad (7)$$

$423,68 \text{ N} \leq 5913,99 \text{ N} \dots(\text{Ok})$

$$b). f_t \leq f_l - r_2.(R_y/A_b) \quad (8)$$

$991,002 < 11224,25 \dots(\text{Ok})$

## 3.2. Perencanaan Konstruksi Plat

Data perencanaan :

Mutu beton ( $f_c'$ ) = 25 MPa

Mutu baja ( $f_y$ ) = 240 MPa

Tebal plat lantai (120 mm) = 0,12 m

Berat jenis beton =  $24 \text{ kN/m}^2$  (PPPURG 1987)

Berat jenis spesi =  $21 \text{ kN/m}^3$  (PPPURG 1987)

Beban hidup ( $q_L$ ) =  $1,92 \text{ kN/m}^2$  (SNI 1727-2013)

### 3.2.1. Perencanaan plat lantai

Tabel 1. Hasil perhitungan tulangan plat lantai

Tipe plat	Momen perlu (kN.m)	Tul. pokok terhitung (mm)	Tul. pokok terpasang (mm)	Tul. bagi terhitung (mm)	Tul. bagi terpasang (mm)	Momen desain (kN.m)
A	Mlx(+) = 3.115	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) = 2.617	D10 - 158	D10 - 140			8.956
	Mtx(-) = 7.352	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) = 6.729	D10 - 158	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	8.956
B	Mlx(+) = 0.327	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) = 0.062	D10 - 158	D10 - 130			8.956
	Mtx(-) = 0.646	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) = 0.444	D10 - 133	D10 - 130	D10 - 327	D10 - 300	8.956

C	Mlx(+) = 0.736	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) = 0.175	D10 - 158	D10 - 140			8.956
	Mtx(-) = 1.454	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) = 0.999	D10 - 153	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	8.956
D	Mlx(+) = 0.082	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) = 0.016	D10 - 158	D10 - 140			8.956
	Mtx(-) = 0.162	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) = 0.111	D10 - 158	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	8.956
E	Mlx(+) = 0.736	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) = 0.140	D10 - 158	D10 - 140			8.956
	Mtx(-) = 1.454	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) = 0.999	D10 - 158	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	8.956

### 3.2.2. Perencanaan plat *rooftop*

Tabel 2. Hasil perhitungan tulangan plat *rooftop*

Tipe plat	Momen perlu (kN.m)		Tul. pokok terhitung (mm)	Tul. pokok terpasang (mm)	Tul. bagi terhitung (mm)	Tul. bagi terpasang (mm)	Momen desain (kN.m)
A	Mlx(+) =	4.897	D10 - 141	D10 - 140			11.952
	Mly(+) =	4.113	D10 - 158	D10 - 140			10.647
	Mtx(-) =	11.556	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.952
	Mty(-) =	10.577	D10 - 158	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	10.647
B	Mlx(+) =	0.514	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) =	0.098	D10 - 158	D10 - 140			8.956
	Mtx(-) =	1.016	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) =	0.698	D10 - 158	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	8.956
C	Mlx(+) =	1.157	D10 - 141	D10 - 140			11.128
	Mly(+) =	0.220	D10 - 158	D10 - 140			8.956
	Mtx(-) =	2.286	D10 - 141	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	11.128
	Mty(-) =	1.570	D10 - 158	D10 - 140	D10 - 327	D10 - 300	8.956

### 3.2.3. Perencanaan tangga

Tabel 3. Hasil perhitungan konstruksi tangga tipe 1

Batang	Daerah batang		Momen perlu (kN.m)	Momen desain (kN.m)	Tul. pokok terhitung (mm)	Tul. pokok terpasang (mm)	Tul. bagi terhitung (mm)	Tul. bagi terpasang (mm)
Tangga	Kiri	Mu(-) =	9.683	11.128	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Lapangan	Mu(+) =	4.939	11.128	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Kanan	Mu(-) =	6.103	11.128	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
Bordes	Kiri	Mu(-) =	6.103	11.128	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Lapangan	Mu(-) =	1.026	11.128	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Kanan	Mu(-) =	0.000					

Tabel 4. Hasil perhitungan konstruksi tangga tipe 2

Batang	Daerah batang		Momen perlu (kN.m)	Momen desain (kN.m)	Tul. pokok terhitung (mm)	Tul. pokok terpasang (mm)	Tul. bagi terhitung (mm)	Tul. bagi terpasang (mm)
Tangga	Kiri	Mu(-) =	6.613	11.192	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Lapangan	Mu(+) =	5.395	11.192	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Kanan	Mu(-) =	10.590	11.192	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
Bordes	Kiri	Mu(-) =	6.613	11.192	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Lapangan	Mu(-) =	1.282	11.192	D10 - 140	D10 - 140	D8 - 200	D8 - 200
	Kanan	Mu(-) =	0.000					

### 3.3. Analisa Beban Pada Portal

Analisa beban pada portal terbagi menjadi :

3.3.1. Beban Gravitasi pada struktur gedung, yang terdiri dari :

- 1). Perhitungan beban atap
- 2). Analisa pembebanan plat
- 3). Perhitungan pembebanan gempa :
  - a). Perhitungan berat struktur

b). Total beban mati dan hidup pada portal

c). Validasi perhitungan beban mati dan beban hidup pada portal

Syarat validasi perhitungan yaitu selisih antara hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan sap <5%. Hasil validasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Beban	Check		Prosentase (%)
	SAP 2000 (kN)	Hitungan manual (kN)	
DEAD	31575,34	31562,76	0,04%
LIVE	6909,86	7038,023	1,85%

Karena hasil analisa perhitungan beban gempa dengan menggunakan *software SAP2000* dan manual <5%, maka *input* beban gempa yang dilakukan pada *software SAP2000* sudah benar.

### 3.3.2. Analisis beban gempa

Analisis beban gempa terdiri dari :

1). Klasifikasi situs tanah

Hasil klasifikasi situs tanah didapatkan bahwa tanah pada perencanaan ini termasuk dalam kategori tanah sedang

2). Respon spektrum desain

3). Faktor keutamaan bangunan dan kategori desain seismik

Pada perencanaan struktur gedung ini resiko bangunan gedung untuk beban gempa termasuk kategori resiko IV dengan faktor keutamaan bangunan 1,5 dan kategori desain seismik didapatkan nilai  $S_{ds} \geq 0,5$ , maka struktur gedung mempunyai KDS D (resiko gempa besar). Data data tersebut mengacu pada SNI 1726-2012.

4). Perhitungan koefisien beban gempa

5). Analisis gempa dengan metode *Equivalent Lateral Force* (ELF)

Hasil dari validasi perhitungan gaya geser dasar gempa antara perhitungan manual dengan hasil SAP dapat dilihat pada tabel berikut :

Beban	Check		Prosentase (%)
	SAP 2000 v.15 (kN)	Hitungan manual (kN)	
EQ-x	3708,159	3731,078	0.61%
EQ-y	3711,427	3726,790	0.41%

Selisish antara perhitungan manual dengan SAP < 5% . . . (Ok)

#### 6). Analisa respon spektrum

Analisa respon spektrum terdiri dari :

- a). Data respon spektrum
- b). Kombinasi rgam
- c). Scale factor
- d). Analisis modal
- e). Kombinasi pembebanan
- f). Participating mass ratio
- g). Base shear

#### 3.3.3. Analisis mekanika struktur portal

Hasil dari validari antara perhitungan SAP2000 dengan erhitungan manual struktur portal adalah sebagai berikut :

Jumlah Momen Ujung-Ujung Kolom Tiap Lantai =  $F_i \cdot h_i$

Gempa arah-X pada lantai atap :

$$3850,48 = 946,978.4,2$$

$$3850,48 = 3977,3077$$

$$Presentase\ error = 3,19\%$$

Syarat *Error* < 5% . . . (Ok)

Gempa arah-Y pada lantai atap :

$$3856,3239 = 945,735.4,2$$

$$3856,3239 = 3972,088$$

$$Presentase\ error = 2,19\%$$

Syarat *Error* < 5% . . . (Ok)



### 3.4. Perencanaan Struktur Utama SRPMK

#### 3.4.1 Perencanaan balok

Pada perhitungan perencanaan balok diampil contoh perhitungan balok B-48 dikarenakan balok yang menerima momen terbesar adalah balok B-48.

Direncanakan balok menggunakan dimensi 350x700.

##### 1). Perhitungan tulangan longitudinal balok

Tulangan longitudinal balok ujung kiri :

Tulangan atas 9D19,  $A_s = 2669,942 \text{ mm}^2$

Tulangan bawah 5D19,  $A_s = 1143,109 \text{ mm}^2$

Tulangan longitudinal balok tengah bentang :

Tulangan atas 3D19,  $A_s = 576,154 \text{ mm}^2$

Tulangan bawah 3D19,  $A_s = 576,154 \text{ mm}^2$

Tulangan longitudinal balok ujung kanan :

Tulangan atas 9D19,  $A_s = 2405,425 \text{ mm}^2$

Tulangan bawah 5D19,  $A_s = 1186,229 \text{ mm}^2$

##### 2). Perhitungan momen kapasitas balok

Momen kapasitas balok ujung kiri

$M_{kap}^{(-)} = 570,115 \text{ kNm}$

$M_{kap}^{(+)} = 318,457 \text{ kNm}$

Momen kapasitas balok ujung kanan

$M_{kap}^{(-)} = 570,115 \text{ kNm}$

$M_{kap}^{(+)} = 318,457 \text{ kNm}$

##### 3). Tulangan geser balok

Hasil perhitungan tulangan geser balok didapatkan jumlah dan diameter tulangan yaitu 2D10 dengan jarak 95 mm pada daerah tumpuan dan jarak 190 mm pada daerah lapangan.

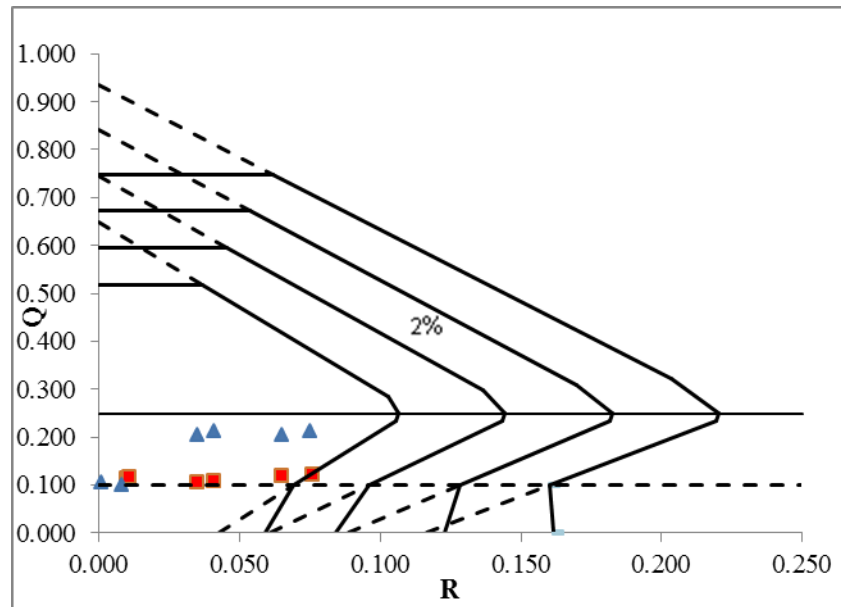
#### 3.4.2 Perencanaan kolom

Pada perhitungan perencanaan kolom diampil contoh perhitungan kolom K-185 dikarenakan kolom yang menerima momen terbesar adalah kolom K-20.

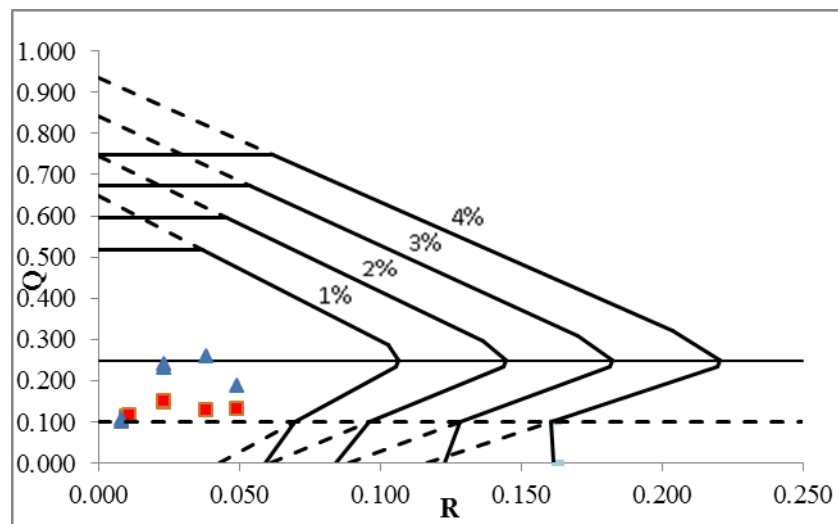
Direncanakan kolom menggunakan dimensi 550x550.

1). Perhitungan tulangan longitudinal kolom

Perhitungan tulangan longitudinal kolom pada perencanaan ini dengan cara memplotkan nilai Q dan R kolom K-185 pada perhitungan diagram interaksi kolom, contoh hasil sebagai berikut :



Gambar 1. Plot nilai Q dan R pada diagram desain kolom arah x



Gambar 2. Plot nilai Q dan R pada diagram desain kolom arah y

Hasil dari perhitungan didapatkan jumlah tulangan dan diameter tulangan longitudinal yaitu 18D25

2). Tulangan geser kolom

Hasil perhitungan tulangan geser balok didapatkan jumlah dan diameter tulangan yaitu 2D12 dengan jarak 150 mm pada daerah sendi maupun luar sendi plastis.

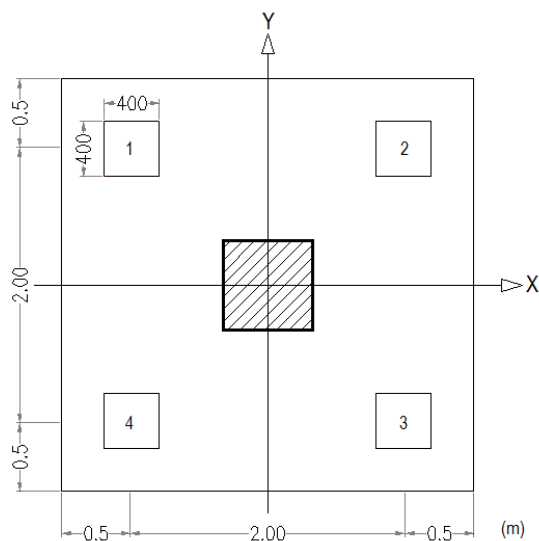
### 3.4. Perencanaan Pondasi dan Sloof

#### 3.4.1 Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi terdiri dari perencanaan pondasi tiang pancang, perencanaan poer dan perencanaan sloof.

1). Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pada struktur ini digunakan pondasi tiang pancang pabrikan dari produsen WIKA Beton dengan diameter 40x40 cm. Spesifikasi yang didapatkan dari hasil perhitungan yaitu jumlah kebutuhan tiang pancang berdasarkan beban yang diterima dari kolom K-17 yaitu 4 buah dengan jarak antar tiang 2 m. Gambar penempatan posisi tiang pancang dapat dilihat pada gambar 3.

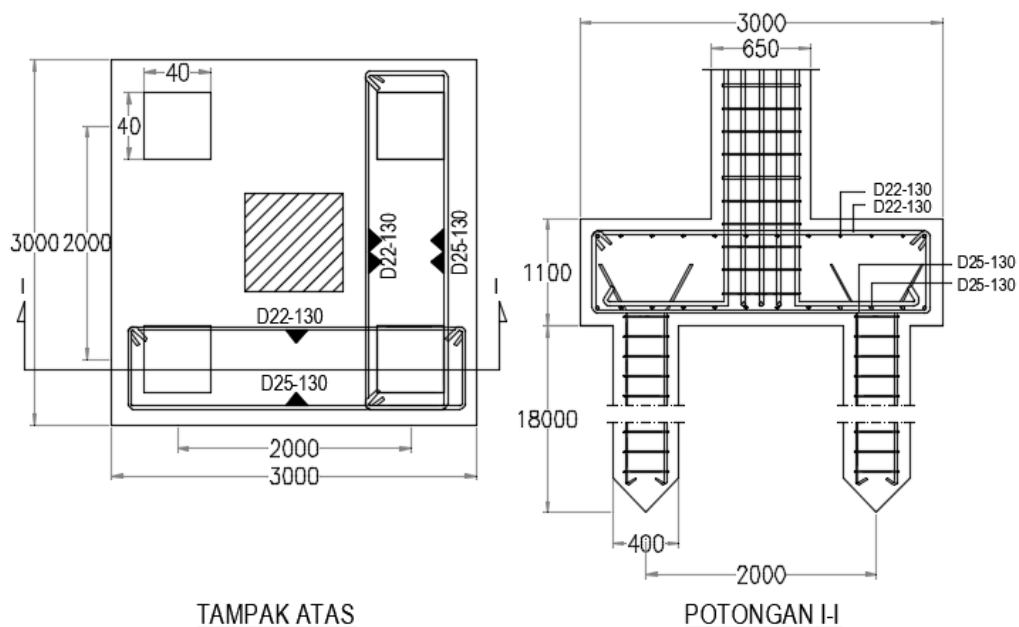


Gambar 3. Penempatan tiang pancang untuk kolom K185

2). Perencanaan Poer

Dari perhitungan yang dihasilkan, poer aman terhadap tinjauan geser 1 maupun 2 arah dan didapatkan diameter tulangan longitudinal arah x dan y yaitu D25 dengan jarak antar tulangan 130 mm. Diameter tulangan bagi yang didapatkan yaitu D22 dengan jarak antar tulangan sama dengan jarak

tulangan longitudinal yaitu 130 mm. Gambar penulangan pondasi tiang pancang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Penulangan pondasi tiang pancang kolom K17

### 3.4.2 Perencanaan Sloof

Perencanaan sloof ini diambil contoh perhitungan sloof S1 as-4 dan dihasilkan dimensi akhir sloof 300x500 mm. Diameter tulangan longitudinal/tulangan pokok 2D19 di bagian tumpuan maupun lapangan dan diameter tulangan geser yang didapatkan yaitu 2D10 dengan jarak antar tulangan geser di area sendi plastis sebesar 100 mm dan diluar sendi plastis 210 mm. Tabel hasil perhitungan tulangan longitudinal dan tulangan geser masing masing dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Tulangan longitudinal sloof S1 portal As-4

Balok	Posisi	Momen perlu ( $M_u$ )		Tulangan terpasang		Momen rencana ( $M_r$ )	
		$M_u^{(-)}$ kNm	$M_u^{(+)}$ kNm	Atas n.Dx	Bawah n.Dx	$M_d^{(-)}$ kNm	$M_d^{(+)}$ kNm
S1	Kiri	95,670	167,265	3D19	6D19	126,618	220,454
	Tengah	101,871	56,106	3D19	2D19	123,812	86,522
	Kanan	95,670	167,265	3D19	6D19	126,618	220,454

Tabel 6. Tulangan geser *sloof* S1 portal As-4

Balok	Posisi	Vu,perlu				Tulangan begel	
		V <sub>u,1</sub>	V <sub>u,2</sub>	V <sub>u,d</sub>	V <sub>u,2h</sub>	Daerah sendi plastis	Luar sendi plastis
S1	Kiri	130,788	130,788	97,873	73,023	2Ø10-100	
	Lapangan	0,000	0,000				2Ø10-160
	kanan	130,788	130,788	97,873	73,023	2Ø10-100	

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

#### 1). Perencanaan struktur rangka atap (*Gable Frame*)

Menurut analisa hasil hitungan, diperoleh rencana struktur rangka atap *gable frame* sebagai berikut :

- Penutup atap menggunakan genting tanah liat.
- Profil gording yang dipakai adalah C 150x50x20x2,3 mm dengan mutu baja Bj 41, jarak antar gording terpasang 2,25 m.
- Konstruksi batang *rafter* dan kolom menggunakan baja profil *IWF* dengan mutu Bj 41. Profil batang *rafter* menggunakan *IWF* 150x50 dan kolom menggunakan *IWF* 150x150.
- Sambungan *joint gable frame* di buhul C menggunakan D<sub>baut</sub> 6 mm dengan  $f_u^{\text{baut}}$  410 MPa memerlukan sebanyak 6 baut. Buhul B dan D menggunakan D<sub>baut</sub> 7 mm dengan  $f_u^{\text{baut}}$  410 MPa memerlukan sebanyak 8 baut.

#### 2). Perencanaan struktur plat beton betulang

##### a). Pelat lantai gedung

Pada perencanaan plat lantai gedung dihasilkan diameter tulangan longitudinal D10 dan diameter tulangan geser D10

##### b). Plat tangga

Pada perencanaan plat lantai gedung dihasilkan diameter tulangan longitudinal D10 dan diameter tulangan geser D8

3). Perencanaan struktur utama gedung dengan SRPMK

Pada perencanaan portal gedung digunakan mutu beton  $f'_c = 25$  Mpa dan mutu baja  $f_y = 390$  Mpa serta  $f_{yt} = 240$  Mpa.

a). Balok

Hasil perhitungan balok induk didapatkan dimensi balok akhir 300x600 mm dengan diameter longitudinal D19 dan tulangan geser D13.

b). Kolom

Hasil perhitungan kolom didapatkan dimensi kolom akhir 550x550 mm dengan diameter longitudinal D25 dan tulangan geser D12.

4). Perencanaan struktur bawah

Struktur bawah terdiri dari fondasi dan *sloof*.

a). Fondasi menggunakan tiang pancang precast dari produsen Wika beton dengan penampang persegi 400/400 mm dan panjang per tiang 6 m. kedalaman tiang pancang hingga tanah keras adalah 18 m

b). Fondasi pada semua kolom di *basement* menggunakan *poer* dengan ukuran 3000 x 3000 x 1100 mm dengan 4 buah tiang pancang.

c). untuk *sloof* pada As-6 dan As-E berukuran 300/500 mm dengan tulangan longitudinal D19 serta tulangan begel 2Ø10.

#### 4.2 Saran

- 1). Bentuk portal gedung sangat berpengaruh pada besaran beban gempa, maka dalam perencanaan disarankan untuk merencanakan portal gedung yang relatif simetris.
- 2). Pemilihan bahan atau material bangunan harus disesuaikan dengan bahan atau material yang tersedia di pasaran.
- 3). Kolom dengan bentuk penampang persegi panjang akan lebih ekonomis daripada penampang kolom persegi jika diterapkan pada portal gedung yang memiliki bentuk tapak bangunan persegi panjang.
- 4). Penentuan dimensi balok sebaiknya disesuaikan pula dengan lebar bentang dari balok tersebut. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan desain balok yang ekonomis.

- 5). Saat melakukan analisis mekanika dengan bantuan *software* SAP2000. lebih baik jika material besi tulangan, dan mutu beton yang digunakan di *input* pada *software* tersebut. Hal ini berguna untuk melakukan kontrol hasil disain balok dan kolom secara langsung pada *software* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 2017. *Teori Dan Desain Balok Plat Brton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Muhammadiyah University Press. Surakarta
- Asroni, A., 2018. *Teori Dan Desain Kolom Fondasi Balok "T" Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Muhammadiyah University Press. Surakarta.
- BSN, 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- BSN, 2012. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2012*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- BSN, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Hananto, Ary Tri. 2016. *Perencanaan Hotel (5 Lantai + 1 Basement) Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah Di Wilayah Surakarta*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Nugraha, Dewanto Atmaja. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai + 1 Basement Di Surakarta Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Nugroho, Aan Rahmat. 2015. *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 7 Lantai Dan 1 Basement Dengan Motode Daktail Penuh Di Wilayah Gempa 3*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Nurdiansyah, Agung. 2016. *Penerapan Konsep Smart Building Pada Sistem Penerangan Dan Rooftop Tower A Apartemen Parahyangan Residence Bandung*. Mahasiswa Dan Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung. Bandung

- Pradana, Wisnu Murti. 2015. *Perencanaan Struktur Gedung Hotel 6 Lantai Dan 1 Basement Dengan Sistem Daktail Penuh Di Wilayah 3*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Pradhana, Michael Rendy. 2017. *Perencanaan Struktur Gedung Hotel 4 Lantai Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Di Wilayah Surakarta*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Riyanansyah, M.Bagus Rizal. 2017. *Building Structure Design Of The Sunan Hotel 7 (Seven) Floors And 1 (One) Basement Using Intermediate Momen Resisting Frame (IMRF) In Surakarta*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.